

## ГЕРМАНСКИЕ КЛАССИФИКАЦИИ ЛВЖ/ГЖ

<sup>1,2</sup>Алексеев С. Г., <sup>2</sup>Смирнов В. В., <sup>1,3</sup>Алексеев К. С., <sup>3</sup>Барбин Н. М.

<sup>1</sup>НИЦ «Надежность и ресурс больших систем и машин» УрО РАН, Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup>Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург, Россия

<sup>3</sup>Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург, Россия

e-mail: 3608113@mail.ru, s\_vitaly2006@list.ru, paradox2405@mail.ru, NMBarbin@mail.ru

**Аннотация.** Корни эволюции немецкой классификации легковоспламеняющихся/горючих жидкостей (ЛВЖ/ГЖ) связаны с началом керосиновой эры, чему способствовало два важных события: изобретение керосиновой лампы в 1853 году и американская нефтяная революция 1859 года. Эти события обусловили массовое вхождение керосина в повседневный быт людей. Побочным эффектом явился рост пожаров и взрывов, связанных с несовершенством керосиновых приборов, а также за счет применения «небезопасного» керосина. В связи с этим во многих странах начались работы по совершенствованию керосиновых прибор и разработке методов определения безопасного керосина. Первоначально появились огненные тесты. Плохая сходимость и воспроизводимость этих тестов поставила задачу по поиску новых критериев безопасного керосина. В результате решения этой задачи появились хорошо известные температура вспышки и температура воспламенения. За точку отчета безопасности керосина по температуре вспышки бралась комнатная температура. Первая немецкая керосиновая классификация появилась в 1903 году в Пруссии, по которой осветительные масла (керосины) по температуре вспышки делились на 3 класса. В начале 20-го столетия жидкости с температурой вспышки более 140°C выделяются в IV класс, а в 1925 году верхние границы для 2 и 3 классов были понижены до 55 и 100°C соответственно. В дальнейшем обновлённая прусская классификация была распространена на все ЛВЖ/ГЖ, а классы 1-3 были переименованы в А1–А3. В таком виде классификация ЛВЖ применялась в Третьем рейхе и ФРГ. В послевоенный период был добавлен новый класс В (жидкости с  $t_{всп} < 21^{\circ}\text{C}$  и неограниченно растворимые в воде при 15°C). Таким образом, в основе современной немецкой классификации ЛВЖ/ГЖ лежит критерий для «безопасного» керосина, разработанный в Германии во второй половине 19-го столетия.

**Ключевые слова:** Температура вспышки, ЛВЖ, ГЖ, пожаровзрывоопасность, нефть, керосин.

## THE GERMAN CODE OF FLAMMABLE AND COMBUSTIBLE LIQUIDS

S. G. Alekseev<sup>1,2</sup>, V. V. Smirnov<sup>1</sup>, K. S. Alekseev<sup>1,3</sup>, N. M. Barbin<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Science and Engineering Centre «Reliability and Safety of Large Systems» of Ural Branch of RAS, Ekaterinburg, Russia

<sup>2</sup>Ural Institute of State Fire Service of Emercom of Russia, Ekaterinburg, Russia

<sup>3</sup>Urals State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

e-mail: 3608113@mail.ru, s\_vitaly2006@list.ru, paradox2405@mail.ru, NMBarbin@mail.ru

**Abstract.** The roots of the evolution of the German flammable and combustible liquids classification are associated with the beginning of the kerosene era, which was promoted

by two important events: the invention of a kerosene lamp in 1853 and the American oil revolution of 1859. These events determined the mass entry of kerosene into the everyday life of people. A side effect was the growth of fires and explosions related to the imperfection of kerosene devices, as well as through the use of «unsafe» kerosene. In this regard, work on improving kerosene instruments and developing methods for determining safe kerosene has begun in many countries. Originally there were fire tests. Poor convergence and reproducibility of these tests set the task of finding new criteria for safe kerosene. As a result of solving this problem, a well-known flash and fire points appeared. The room temperature was taken as the reference point of kerosene safety by the flash point. The first German kerosene classification appeared in 1903 in Prussia, according to which the lighting oils (kerosene) were divided into three classes according to the flash point. At the beginning of the 20<sup>th</sup> century liquids with a flash point of more than 140°C were separated into the IV class, and in 1925 the upper limits for II and III grades were lowered to 55 and 100°C, respectively. In the future, the updated Prussian classification was extended to all flammable and combustible liquids, and classes 1-3 were renamed A1-A3. In this form, the classification was applied in the Third Reich and the Federal Republic of Germany. In the post-war period, a new class B (liquids with  $FP < 21^{\circ}C$  and unlimitedly soluble in water at 15°C). Thus, the basis for the modern German flammable and combustible liquids classification is the criterion for «safe» kerosene, developed in Germany in the second half of the 19th century.

**Key words:** flash point, flammable liquid, combustible liquid, fire and explosive hazard, petroleum, kerosene.

Ранее нами была рассмотрена эволюция понятия «температуры вспышки» [1, 2], которая играет важную роль в обеспечении пожаровзрывобезопасности [1–3]. Температура вспышки для ЛВЖ/ГЖ в обязательном порядке отражается в паспорте безопасности продукции, а для нефтепродуктов и некоторых других веществ и материалов температура вспышки выступает, как одна из физико-химических характеристик, характеризующая качество как до, так и после эксплуатации продукта [2]. В связи с этим активно развиваются не только экспериментальные [2], но и расчетные методы определения данного показателя [4, 5], но основным предназначением температуры вспышки является деление воспламеняющихся жидкостей на легковоспламеняющиеся (ЛВЖ) и горючие жидкости (ГЖ) [1–3].

Корни эволюции немецкой классификации ЛВЖ/ГЖ связаны с началом керосиновой эры, начало которой было обусловлено двумя важными событиями [1, 6]: во-первых, это изобретение львовским аптекарем Игнатием Лукасевичем (Ignacy Łukasiewicz) керосиновой лампы в 1853 году, а вторых – американская нефтяная революция 1859 года, начало которой обычно связывают с именем полковника Эдвина Дрэйка (Edwin L. Drake), который первым применил способ бурения нефтяных скважин. Поскольку основным компонентом легкой американской нефти был керосин, то это привело к его появлению на рынке в большом количестве и по доступной цене для широкого круга покупателей. Таким образом, данные события способствовали массовому вхождению керосина в повседневный быт людей. Побочным эффектом явился рост пожаров и взрывов, связанных с несовершенством керосиновых ламп, примусов, керосинок и керогазов, а также за счет применения «небезопасного» керосина [1, 6]. В связи с этим во многих странах начались работы по совершенствованию керосиновых прибор и разработке методов определения безопасного керосина.

Первоначально появились огненные тесты [1, 6, 7]. Их можно разбить на 4 типа:

- метод тонкого слоя,
- объемный метод,
- тигельный метод,
- метод капли.

Метод тонкого слоя заключается в следующем: пробу осветительного масла (керосина) выливают на поверхность теплой воды, затем подносят внешний источник зажигания (горящая лучина или свечка). Если вспышки или воспламенения не происходит, то данная партия керосина относится к категории безопасной.

В объемном методе используются сопоставимые объемы горячей воды (40-50°C) и керосина, которые ручным способом встряхиваются, после чего к зеркалу полученной смеси подносится запальное пламя. В случае вспышки или воспламенения считается, что партия керосина не выдержала огненный тест и относится к категории небезопасного (опасного) осветительного продукта.

В тигельном методе предусматривается помещение чашки (тигля) или пробирки в таз с тепловой водой, после чего подносится запальная горелка или свечка. В случае отсутствия вспышки, партия керосина считается безопасной. Необходимо отметить, что данный способ фактически является прообразом метода определения температур вспышки и воспламенения в открытом тигле.

Капельный метод заключался в добавлении несколько капель керосина на нагретую поверхность стальной пластины. Способ контроля за качеством керосина аналогичен тигельному методу.

Плохая сходимость и воспроизводимость огненных тестов поставила задачу по поиску новых критериев безопасного керосина. В результате решения этой задачи появились хорошо известные в настоящее время показатели пожаровзрывоопасности – температура вспышки и температура воспламенения. При этом температура вспышки характеризовала взрывоопасность керосина, а температура воспламенения – его пожароопасность. За точку отчета безопасности керосина по температуре вспышки бралась комнатная температура с учетом дополнительного увеличения температуры за счет дополнительной аккумуляции тепла (солнечные лучи, тепловое воздействие пламени керосинового прибора и т.п.) или без него. Во второй половине 19-го столетия во многих странах вслед за Британской империей на государственном уровне стали приниматься официальные лимиты для безопасных осветительных масел (керосинов) и Германия не была исключением. В конце 19 века во многих землях Германии этот лимит по температуре вспышки составлял 21°C по прибору Абель-Пенского. Из этого значения видно, что за точку отсчета для классификации керосинов по пожаровзрывоопасности была взята комнатная температура без учета дополнительной аккумуляции теплоты. В 1880-х года российский керосин на европейском рынке составлял серьезную конкуренцию американскому продукту, в связи с чем проявлялось, то, что в настоящее время называется двойными стандартами. Так, в конце XIX и в начале XX-го столетий в Баварии и Вюртемберге для перевозки железнодорожным транспортом предельное значение температуры вспышки для российского керосина устанавливалось на 3–4 градуса выше, чем для американского [8].

Первая немецкая керосиновая классификация появилась в 1903 году в Пруссии, по которой осветительные масла (керосины) по температуре вспышки делились на 3 класса [8]:

- I-й класс – ниже 21°C,
- II-й класс – от 21 до 65°C,
- III-й класс – от 65 до 140°C.

В начале 20-го столетия жидкости с температурой вспышки более 140°C выделяются в IV класс [8–10], а в 1925 году верхние границы для II и III классов были понижены до 55 и 100°C соответственно [11].

В дальнейшем обновлённая прусская классификация была распространена на все ЛВЖ/ГЖ<sup>5</sup>. При этом классы I–III были переименованы в A1–A3. В таком виде классификация ЛВЖ применялась в Третьем рейхе и ФРГ. В настоящее время она действует в современной Германии, за единственным исключением, что в послевоенный период был добавлен новый класс B (жидкости с  $t_{всп} < 21^\circ\text{C}$  и неограниченно растворимые в воде при 15°C) [11, 12].

Из краткого рассмотрения эволюции немецкого подхода к классификации ЛВЖ/ГЖ следует, что в её основе лежит критерий для «безопасного» керосина, разработанный в Германии во второй половине 19-го столетия. Аналогичная ситуация в разработке классификаций ЛВЖ/ГЖ наблюдается и в других ведущих странах, включая Россию, США и Великобританию [6, 14, 15]. Таким образом, можно констатировать, что существующие в настоящее время градации деления жидкостей на ЛВЖ и ГЖ не в полной мере отражают их пожаровзрывоопасность.

#### Список литературы

1. Алексеев С. Г. Эволюция понятия «температура вспышки» / С. Г. Алексеев, В. В. Смирнов, Н. М. Барбин // Техносферная безопасность. – 2016. – № 4(13). – С. 35-53.
2. Алексеев С. Г. Температура вспышки. Часть I. История вопроса, дефиниции, методы экспериментального определения / С. Г. Алексеев, В. В. Смирнов, Н. М. Барбин // Пожаровзрывобезопасность. – 2012. – Т. 21, № 5. – С. 35-41.
3. Kent and Riegel's Handbook of Industrial Chemistry and Biotechnology / by ed. J. A. Kent. – N.Y.: Springer Science+Business Media, LLC., 2007. – 1906 p.
4. Алексеев С. Г. Методы прогнозирования основных показателей пожаровзрывоопасности органических соединений / С. Г. Алексеев, К. С. Алексеев, Н. М. Барбин // Техносферная безопасность. – 2015. – № 2 (7). – С. 4-14.
5. Королев Д. С. Прогнозирование пожароопасных свойств веществ / Д. С. Королев, А. В. Калач. – Воронеж: Воронежский институт – Филиал Ивановской пожарно-спасательной Академии ГПС МЧС России, 2018. 100 с.
6. Alekseev S. Evolution of the Classification of Flammable and Combustible Liquids in Russia / S. Alekseev, V. Smirnov, N. Barbin, D. Alekseeva // Process Safety Progress. – 2018. Vol. 37, No 2. – P. 230-236.
7. Glazebrook R. A Dictionary of Applied Physics / R. Glazebrook. – L. : Macmillan and Co., 1922. – Vol. 1. – P. 334-338.
8. Chemisch-technische Untersuchungsmethoden / herausgegeben von E. Berl. – Berlin: Verlag von Julius Springer, 1923. – Bd. 3. – 1393 s.
9. Löffler St. Oelmaschinen. Wissenschaftliche und praktische Grundlagen für Bau und Betrieb der Verbrennungsmaschinen / St. Löffler, A. Hiedler. – Berlin: Verlag von Julius Springer, 1916. – 532 s.
10. Holde D. Kohlellwasserstofföle und Fette / D. Holde. – Berlin: Verlag von Julius Springer, 1933. – 1060 s.
11. Zerbe C. Mineralöle und verwandte Produkte Ein Handbum für das Laboratorium / C. Zerbe. – Berlin: Springer-Verlag, 1952. – Bd. I. – 1577 s.

---

<sup>5</sup> Сегодня в Германии к ЛВЖ относят жидкости с  $t_{всп} \leq 100^\circ\text{C}$  (з.т.) и давлением насыщенных паров не более 3 бар [13].

12. Handbuch des Explosionsschutzes / herausgegeben von H. Steen – Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH, 2000. – 760 s.
13. Gesamte Rechtsvorschrift für Verordnung über brennbare Flüssigkeiten, Fassung vom 23.08.2016. [Электронный ресурс]. Режим доступа :<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10007156> (дата обращения 30.08.18).
14. Алексеев С. Г. История возникновения классификации легковоспламеняющихся и горючих жидкостей в Великобритании / С. Г. Алексеев, В. В. Смирнов, Н. М. Барбин // История науки и техники. – 2017. – № 12. – С. 60-66.
15. Алексеев С. Г. История классификации легковоспламеняющихся и горючих жидкостей в США / С. Г. Алексеев, В. В. Смирнов, Н. М. Барбин // Вопросы истории естествознания и техники. – 2018. – № 3.